

PCT/EP200 4 / 0 5 1 5 5 6

07. 10. 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**BEST AVAILABLE COPY***Ministero delle Attività Produttive**Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività**Ufficio Italiano Brevetti e Marchi**Ufficio G2*

REC'D 18 OCT 2004

WIPO PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:  
Invenzione Industriale N. SA2003 A 000013 del 21.07.2003

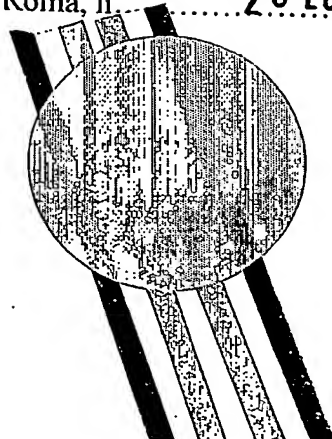


Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopra specificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.

Roma, li 26 LUG. 2004

IL FUNZIONARIO

Giampietro Carlotta



AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA  
DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE. DEPOSITO RISERVE. ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A

marca  
da  
bollo

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO N.G. EN  
Residenza FISCIANO - SALERNO codice 00851300657  
2) Denominazione \_\_\_\_\_  
Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome \_\_\_\_\_ cod. fiscale \_\_\_\_\_  
denominazione studio di appartenenza \_\_\_\_\_  
via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO  
VIA PONTE DON MELILLO n. \_\_\_\_\_ città FISCIANO cap 84084 (prov) SA

D. TITOLO

classe proposta (saz/cl/sci) \_\_\_\_\_ gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_  
MANUFATTI MICROPOROSI E NANOPOROSI A BASE DI POLISTIRENE SINDIOTATTICO E PROCESSI  
PER IL LORO OTTENIMENTO

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome  
1) GUERRA GAETANO 3) DANIEL CHRISTOPHE  
2) REVERCHON ERNESTO 4) VENDITTO VINCENZO

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegata S/R	SCIOGLIMENTO RISERVE Data N° Protocollo
1) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____ ____/____/____
2) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____ ____/____/____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.	PROV	n. pag	riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
Doc. 1) <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>19</u>	_____
Doc. 2) <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>90</u>	disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
Doc. 3) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
Doc. 4) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	designazione inventore
Doc. 5) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	documenti di priorità con traduzione in italiano
Doc. 6) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	autorizzazione o atto di cessione
Doc. 7) <input type="checkbox"/>	_____	_____	nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale 229,82 obbligatorio

COMPILATO IL 24/07/2003 FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE (I) \_\_\_\_\_ IL RETTORE

CONTINUA SU/NO SU

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SU/NO SU

CAMERA DI COMMERCIO I. A. A. DI \_\_\_\_\_ SA \_\_\_\_\_ codice 65

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA SA 2003 A/000013 Reg. A  
L'anno 2003 il giorno VENTUNO del mese di LUGLIO

Il/la richiedente/i soprindicato/i ha(hanno) presentato e/o sottoscritto la presente domanda, corredata di n. \_\_\_\_\_ fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto soprariportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

L'UFFICIALE ROGANTE

Dott. V. Lancini

## A. RICHIEDENTE (1)

M.B.

<input type="checkbox"/>	Denominazione	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO		<input type="checkbox"/>	EN
<input type="checkbox"/>	Residenza	PISCIANO - SALERNO		<input type="checkbox"/>	codice
<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	00851300657
<input type="checkbox"/>	Denominazione			<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Residenza			<input type="checkbox"/>	codice
<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Denominazione			<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Residenza			<input type="checkbox"/>	codice
<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Denominazione			<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Residenza			<input type="checkbox"/>	codice
<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Denominazione			<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Residenza			<input type="checkbox"/>	codice
<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome	cognome nome
<input type="checkbox"/> MENSITIERI GIUSEPPE	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## F. PRIORITA'

nazione o organizzazione	tipo di priorit�	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCROGLIMENTO RISERVE
					Data N° Protocollo
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					

FIRMA DEL (1) RICHIEDENTE (1)



IL RETTORE



SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO CENTRALE BREVETTI

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

PROSPETTO A

NUMERO DOMANDA SA 2003 A 000013 Reg. A

DATA DI DEPOSITO 21/04/2003

NUMERO BREVETTO                     

DATA DI RILASCIO                     

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO

Residenza FISCIANO - SALERNO



IL RETTORE

D. TITOLO

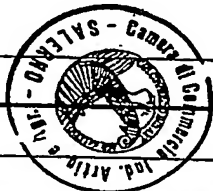
MANUFATTI MICROPOROSI E NANOPOROSI A BASE DI POLISTIRENE SINDIOTATTICO E PROCESSI PER IL LORO OTTENIMENTO.

Classe proposta (sez/ci/sci)           

gruppo/sottogruppo                     

I. RIASSUNTO

La presente invenzione riguarda manufatti a base di polistirene sindiotattico nella forma cristallina nanoporosa  $\delta$ , che sono caratterizzati da una densità apparente compresa tra 0.8 e 0.01 g/cm<sup>3</sup> e che presentano una morfologia prevalentemente fibrillare con fibrille di diametro inferiore a 1  $\mu$ m. Tali manufatti rispetto alle polveri presentano una superiore maneggevolezza e comparabili velocità di assorbimento di composti organici volatili. La presente invenzione riguarda inoltre dei processi, per l'ottenimento di tali manufatti, che prevedono procedimenti di estrazione con anidride carbonica applicati a geli contenenti polimeri a base di polistirene sindiotattico, e solventi che siano ospiti idonei per strutture clatrate di tale polimero.



M. DISEGNO





## DESCRIZIONE

a corredo di una domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo:

5 MANUFATTI MICROPOROSI E NANOPOROSI A BASE DI  
POLISTIRENE SINDIOTATTICO E PROCESSI PER IL  
LORO OTTENIMENTO

A nome di UNIVERSITÀ DI SALERNO

Inventori: GUERRA, Gaetano

REVERCHON, Ernesto

10 DANIEL, Christophe

VENDITTO, Vincenzo

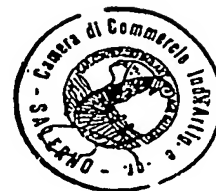
MENSITIERI, Giuseppe

15 L'invenzione presentata riguarda la realizzazione di manufatti a  
base di polistirene sindiotattico, caratterizzati da porosità di  
dimensioni micrometriche e dalle cavità di dimensioni  
nanometriche tipiche della forma cristallina  $\delta$ , che sono in  
grado di assorbire ad elevata velocità composti organici volatili  
da fasi liquide o gassose, anche in condizioni di basse  
20 concentrazioni degli stessi.

L'invenzione si colloca nei campi tecnico-scientifici della  
chimica industriale e dell'ingegneria, più in particolare nel  
settore dell'analisi e separazione molecolare ed ha tra le  
possibili applicazioni industriali il controllo dell'inquinamento  
25 ambientale.

E' noto che il polistirene sindiotattico (s-PS) è un materiale  
polimerico termoplastico semicristallino che presenta un  
polimorfismo estremamente complesso. In particolare, da  
processi di lavorazione da fuso si ottengono due forme  
30 cristalline ( $\alpha$  e  $\beta$ ) che sono caratterizzate da conformazioni di

N.





catena zig-zag planari, mentre altre due forme cristalline ( $\gamma$  e  $\delta$ ) che si ottengono da processi di lavorazione da soluzione, sono caratterizzate da catene con conformazioni ad elica di tipo  $s(2/1)2$ . E', inoltre, ben noto che la forma  $\delta$  è una forma cristallina nanoporosa, che si ottiene per rimozione delle molecole ospiti di bassa massa molecolare da forme cristalline clatrate. Tale forma  $\delta$  è caratterizzata da spettri di diffrazione dei raggi X presentanti riflessioni di maggiore intensità a  $2\theta$  ( $\text{CuK}\alpha$ ) circa uguali a  $8.4^\circ$ ,  $10.6^\circ$ ,  $13.6^\circ$ ,  $17.2^\circ$ ,  $20.8^\circ$ ,  $23.6^\circ$  e con il rapporto tra le intensità dei due picchi  $I(8.4^\circ)/I(10.6^\circ)$  superiore a 5. Campioni che includono fasi  $\delta$  sono in grado di assorbire, da miscele liquide o gassose, nella sua fase cristallina (cioè di formare clatrati con) composti organici volatili, anche in condizioni di basse concentrazioni degli stessi.

Manufatti in forma  $\delta$  si ottengono preferibilmente per lavaggio con opportuni solventi, o in flusso di gas, di manufatti in forma  $\delta$  clatrati e solventi utilizzabili per il lavaggio sono, ad esempio, l'acetone ed il metil-etil-chetone.

Nel brevetto SA98A000008 viene descritto un processo per l'ottenimento e la rigenerazione di materiali polimerici semicristallini nanoporosi a base di polistirene sindiotattico, che comprende un'estrazione con anidride carbonica, liquida o in condizioni supercritiche.

E', inoltre, ben noto che le cinetiche di diffusione (assorbimento e desorbimento) dei composti organici volatili sono fortemente dipendenti dalla morfologia dei manufatti semicristallini.

In particolare, polveri fini presentano cinetiche di diffusione veloci, ma presentano l'inconveniente di una scarsa maneggevolezza. D'altra parte, morfologie a bassa superficie





specifica (film, lastre) sono molto più maneggevoli per processi di separazione molecolare, tuttavia presentano cinetiche di diffusione molto più lente. Si ricorda ad esempio, che come descritto nella domanda di brevetto italiana SA00A23, tali film polimerici possono essere utilizzati quali elementi sensibili per la rilevazione di sostanze chimiche (ad es. di sensori risonanti) in quanto hanno il vantaggio di essere rigidi e nel contempo di presentare sensibilità e selettività superiori a quelle degli altri film sensibili polimerici finora utilizzati. Tuttavia tali film presentano il problema di velocità di diffusione più lente, e quindi più lenti tempi di risposta del sensore, rispetto a film basati sull'assorbimento nella fase amorfa.

La presente invenzione riguarda manufatti microporosi e nanoporosi a base di polistirene sindiotattico caratterizzati da una morfologia fibrillare ed un processo per il loro ottenimento. I manufatti oggetto della presente invenzione sono microporosi in quanto hanno una densità apparente compresa tra 0.8 e 0.01 g/cm<sup>3</sup>, preferibilmente tra 0.3 e 0.03 g/cm<sup>3</sup> e ad analisi mediante microscopio elettronico a scansione mostrano una prevalente morfologia fibrillare con fibrille di diametro inferiore a 1 µm, preferibilmente inferiore a 0.3 µm. Tali manufatti sono peraltro semicristallini ed includono una percentuale di fase cristallina  $\delta$  compresa tra il 70% e il 5% e preferibilmente superiore al 10% e pertanto sono anche nanoporosi. Il principale vantaggio dei nuovi manufatti è che presentano cinetiche di diffusione di composti organici volatili comparabili a quelle di polveri fini e nel contempo una buona maneggevolezza.

I manufatti microporosi e nanoporosi vengono ottenuti nella presente invenzione mediante processi che comprendono



N.



un'estrazione con anidride carbonica, liquida o in condizioni supercritiche. I processi vengono applicati a geli a base di un solvente che sia un ospite ("guest") idoneo di una forma cristallina clatrata del polistirene sindiotattico e che contengono un polimero a base di polistirene sindiotattico in concentrazione compresa tra il 50% e lo 0.1% in peso, e preferibilmente tra il 30% e lo 0.5% in peso.

Tali geli sono preferibilmente ottenuti durante il processo di polimerizzazione del polimero a base di polistirene sindiotattico, facendo avvenire la catalisi di polimerizzazione in idonee condizioni di processo. I geli possono essere anche ottenuti con una delle tecniche tradizionali di produzione di geli che comportano la dissoluzione del polimero in un idoneo solvente, seguita da bruschi raffreddamenti.



#### DESCRIZIONE DETTAGLIATA

La presente invenzione riguarda manufatti microporosi e nanoporosi a base di polistirene sindiotattico caratterizzati da una morfologia fibrillare ed un processo per il loro ottenimento. Per polistirene sindiotattico (sPS) si intende il polimero in cui la struttura sindiotattica sia presente per almeno lunghi tratti di catena, in modo tale da consentire cristallizzazione nella forma nanoporosa. Tale polimero si ottiene, ad esempio secondo il metodo descritto nella domanda di brevetto Europeo N° 0271875- Himont Italia. Sono inoltre compresi nella definizione copolimeri dello stirene, dotati di microstruttura prevalentemente sindiotattica e cristallizzabili nella forma cristallina nanoporosa, con olefine  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{R}$ , in cui R è un alchil-arile o un arile sostituito contenenti 6-20 atomi di



NP.





carbonio, o con altri monomeri etilenicamente insaturi copolimerizzabili.

5 I manufatti oggetto della presente invenzione sono microporosi, in quanto sono caratterizzati da una densità apparente compresa tra 0.8 e 0.01 g/cm<sup>3</sup>, preferibilmente tra 0.3 e 0.03 g/cm<sup>3</sup>. Tali  
10 manufatti presentano una morfologia prevalentemente fibrillare con fibrille di diametro inferiore a 1µm, e preferibilmente inferiore a 0.3µm, così come evidenziabile da analisi mediante microscopio elettronico a scansione. Tipiche microfotografie, di manufatti microporosi che includono la forma cristallina  
15 nanoporosa, che mostrano una morfologia prevalentemente fibrillare con fibrille di diametro generalmente inferiore a circa 0.2µm, sono riportate ad esempio nelle Figure 1 e 7.

Tali manufatti sono, inoltre, semicristallini ed includono una  
20 percentuale di fase cristallina nanoporosa  $\delta$  superiore al 5% e preferibilmente superiore al 10%.

La forma cristallina nanoporosa dell'sPS, secondo quanto descritto nella domanda di brevetto **italiano N. RM94A000030**, è caratterizzata da uno spettro di diffrazione  
25 dei raggi X presentante riflessioni di maggiore intensità a 2 $\theta$  (CuK $\alpha$ ) circa uguali a 8.4°, 10.6°, 13.3°, 16.8°, 20.7°, 23.5° e con il rapporto tra le intensità dei due picchi I(8.4°)/I(10.6°) superiore a 5.

Per campioni che non presentino orientazione molecolare, il  
30 grado di cristallinità può essere facilmente valutato dai profili di diffrazione dei raggi X, mediante il classico metodo di Hermans e Weidinger. Secondo tale metodo il grado di cristallinità è dato dal rapporto tra le aree dei picchi dovuti alla diffrazione della fase cristallina e l'area della diffrazione totale.





Il principale vantaggio dei nuovi manufatti è che presentano cinetiche di diffusione di composti organici volatili comparabili a quelle di polveri fini e nel contempo una buona maneggevolezza.

5 Composti organici volatili che possono essere assorbiti sono tutti quelli che a seguito di assorbimento nella forma cristallina nanoporosa  $\delta$  possono dar luogo a formazione di forme cristalline clatrate di cui diventano ospiti (guest), quali ad esempio, composti alogenati (cloroformio, cloruro di metilene, 10 tetracloruro di carbonio, dicloroetano, tricloroetilene, tetracloroetilene, dibromoetano, ioduro di metile, ecc.) composti aromatici (benzene, toluene, stirene, ecc.) composti ciclici (cicloesano, tetraidrofurano, ecc.). In particolare, è interessante notare che il ritrovato è sensibile ai composti 15 organici volatili più frequentemente presenti negli scarichi industriali, quali benzene, toluene, cloroformio, cloruro di metilene, tetracloroetilene, tricloroetilene, clorobenzeni, stirene e xileni. Le miscele liquide e gassose da cui tali composti possono essere assorbiti possono essere a base di acqua e di 20 aria.

Questi processi vengono applicati a geli contenenti polimeri a base di s-PS. Tali geli sono a base di un solvente o di una miscela di solventi di cui almeno uno sia un guest idoneo di una forma cristallina clatrata del polistirene sindiotattico e 25 contengono un polimero a base di polistirene sindiotattico, in concentrazione compresa tra il 50% e lo 0.1% in peso, e preferibilmente tra il 30% e lo 0.5% in peso.

I suddetti geli possono essere sia di tipo fisico che chimico, cioè essere caratterizzati dall'assenza o dalla presenza di 30 reticolazioni chimiche tra le catene macromolecolari.





I geli sono preferibilmente ottenuti direttamente durante il processo di polimerizzazione del polimero a base di polistirene sindiotattico. Infatti, geli fisici si possono facilmente ottenere facendo avvenire la catalisi di polimerizzazione in monomero liquido, e consentendo al processo di polimerizzazione di procedere fino ad elevate conversioni. Geli fisici si possono anche ottenere nel corso di polimerizzazioni in soluzione di solventi che oltre a solubilizzare lo stirene sono idonei quali guest della forma  $\delta$  del polistirene sindiotattico.

Geli chimici, cioè geli contenenti polimeri reticolati a base di polistirene sindiotattico, si possono facilmente ottenere direttamente in polimerizzazione utilizzando comonomeri vinilici almeno bifunzionali, quali ad esempio il *p*-divinilbenzene, *o*-divinilbenzene etc. (in un rapporto rispetto allo stirene generalmente compreso tra il 50% e lo 0.1% in moli, e preferibilmente tra il 20% e lo 0.5% in moli)

I geli possono essere anche ottenuti con una delle tecniche tradizionali di produzione di geli fisici che comportano la dissoluzione del polimero in un idoneo solvente, seguita da bruschi raffreddamenti.

Una volta formato il gel, resta il problema di svuotarlo del solvente senza collassarne la struttura. Infatti, se si procede alla semplice evaporazione del solvente, la tensione superficiale da questo esercitata sulla struttura interna del gelo ne produce il collasso. Pertanto, i procedimenti classici di svuotamento prevedono il raggiungimento delle condizioni supercritiche per il solvente o la sua sostituzione con un secondo solvente più volatile che a sua volta deve essere portato in condizioni supercritiche. Solo questa procedura assicura l'annullamento della tensione superficiale e può preservare la struttura





tridimensionale del gelo. Naturalmente, se le temperature di processo per ottenere le condizioni descritte sono troppo alte, si può avere la degradazione termica del manufatto.

5 Nella presente invenzione, lo spostamento del solvente liquido viene ottenuto, in maniera innovativa, direttamente per solubilizzazione dello stesso in anidride carbonica supercritica che imprevedibilmente lo estrae dalla struttura solida.

10 Tali manufatti vengono dunque ottenuti mediante processi che comprendano un'estrazione con anidride carbonica, liquida o in condizioni supercritiche, operando a pressioni comprese tra 50 e 250 bar e temperature comprese tra 20 e 70 °C, preferibilmente tra 25 e 60 °C. Il procedimento consiste nel caricamento del gelo in un recipiente in grado di operare sotto pressione e poi la pressurizzazione con anidride carbonica  
15 supercritica o liquida fino alla pressione di prova, mentre la temperatura di prova viene controllata immettendo il recipiente in un forno termostato. La prova viene svolta per 60 minuti in batch (cioè senza flusso di anidride carbonica), da 70 a 150 minuti in flusso per allontanare la soluzione solvente-fluido  
20 supercritico e da 60 a 120 minuti in depressurizzazione lenta della camera.



A scopo illustrativo e non limitativo, sono descritti di seguito alcuni esempi di manufatti scopo dell'invenzione.

25

#### Esempio 1:

Si utilizza polistirene sindiotattico prodotto dalla DOW Chemical con il marchio Questra 101. Il granulo viene disciolto con cloroformio alla temperatura di 110°C in una provetta di  
30 vetro a tenuta ermetica e si ottiene una soluzione con il 10% in





peso di polimero. La soluzione viene raffreddata bruscamente a temperatura ambiente all'interno della provetta e viene ottenuto un gelo fisico di forma cilindrica di diametro di 5 mm ed altezza di 25 mm.

5 Il gelo viene sottoposto a trattamento di estrazione con anidride carbonica in condizioni supercritiche ( $T = 45^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 200$  bar, tempo complessivo di prova 300 minuti). Si ottiene un manufatto che presenta forma e dimensione simili a quelle del gelo di partenza, ma con un contenuto di molecole di solvente  
10 inferiore all'1% in peso. Il manufatto ottenuto presenta una densità apparente di  $0.18 \text{ g/cm}^3$  e presenta una morfologia prevalentemente fibrillare, con fibrille di diametro generalmente compreso tra 50 e 100 nm, così come mostrato nella immagine da microscopio elettronico a scansione riportata  
15 in Figura 1.

I manufatti così come ottenuti dal processo di estrazione includono, inoltre, la fase cristallina nanoporosa, così come mostrato da figure di diffrazione dei raggi X ( $\text{CuK}\alpha$ ) (Figura 2). Il profilo di diffrazione ottenuto, mostra riflessioni di  
20 maggiore intensità a  $2\theta$  ( $\text{CuK}\alpha$ ) circa uguali a  $8.4^{\circ}$ ,  $10.6^{\circ}$ ,  $13.3^{\circ}$ ,  $16.8^{\circ}$ ,  $20.7^{\circ}$ ,  $23.5^{\circ}$  e con il rapporto tra le intensità dei due picchi  $I(8.4^{\circ})/I(10.6^{\circ})$  superiore a 15. Il grado di cristallinità, valutato dal rapporto tra le aree dei picchi cristallini e l'area della diffrazione totale, è pari al 40%.

25 Il manufatto presenta elevate cinetiche di assorbimento di composti organici volatili. Ad esempio, le cinetiche di assorbimento di cloroformio alla pressione di 5 torr, a  $T = 56^{\circ}\text{C}$ , per tale manufatto e per un film semicristallino che presenta una forma cristallina nanoporosa  $\delta$  sono confrontate in Figura  
30 3.





La cinetiche di assorbimento di cloroformio alla pressione di 2 torr, a  $T = 35^{\circ}\text{C}$ ; per tale manufatto è inoltre mostrata in Figura 4.

5 **Esempio comparativo 1**

Si utilizza lo stesso polistirene sindiotattico dell'esempio 1. Il granulo viene disciolto con clorotetradecano alla temperatura di  $220^{\circ}\text{C}$  in una provetta di vetro a tenuta ermetica e viene preparata una soluzione con il 10% in peso di polimero. La  
10 soluzione viene raffreddata bruscamente a temperatura ambiente all'interno della provetta e viene ottenuto un gelo fisico di forma cilindrica di diametro di 5 mm ed altezza di 25 mm, così come nell'esempio 1.

Il gelo viene sottoposto a trattamento di estrazione con anidride carbonica in condizioni supercritiche ( $T = 48^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 180$  bar, tempo complessivo di prova 280 min). Si ottiene un manufatto  
15 che presenta la stessa forma e dimensioni simili a quelle del gelo di partenza, ma con un contenuto di molecole di solvente inferiore all' 1% in peso, ancora in stretta analogia con l'esempio 1.

Il manufatto ottenuto presenta una densità apparente di  $0.10 \text{ g/cm}^3$  e presenta una morfologia prevalentemente lamellare, così come mostrato nella immagine da microscopio elettronico a scansione riportata in Figura 5.

I manufatti così come ottenuti dal processo di estrazione  
25 includono, la fase cristallina  $\beta$ , così come mostrato da figure di diffrazione dei raggi X ( $\text{CuK}\alpha$ ) (Figura 6). Il profilo di diffrazione ottenuto, mostra riflessioni di maggiore intensità a  $2\theta$  ( $\text{CuK}\alpha$ ) circa uguali a  $6.10^{\circ}$ ,  $10.40^{\circ}$ ,  $12.25^{\circ}$ ,  $13.55^{\circ}$ ,  $18.50^{\circ}$   
30 and  $20.20^{\circ}$ . Il grado di cristallinità valutato dal rapporto tra le





aree dei picchi cristallini e l'area della diffrazione totale è pari al 48%.

5 Il manufatto ottenuto, sebbene presenti una densità apparente inferiore a quella del manufatto dell'esempio 1, presenta una capacità di assorbimento di composti organici volatili molto più bassa. Ad esempio, le cinetiche di assorbimento di cloroformio alla pressione di 5 torr, a  $T = 56^{\circ}\text{C}$ , per tale manufatto sono confrontate in Figura 3 con quelle del manufatto dell'esempio 1.

10

### Esempio 2:

Si utilizza polistirene sindiotattico prodotto dalla DOW Chemical con il marchio Questra 101. Il granulo viene disciolto con 1,2-dicloroetano alla temperatura di  $170^{\circ}\text{C}$  in una provetta di vetro a tenuta ermetica e viene preparata una soluzione con il 2% in peso di polimero. La soluzione viene raffreddata bruscamente a temperatura ambiente all'interno della provetta e viene ottenuto un gelo fisico di forma cilindrica di diametro di 5 mm ed altezza di 25 mm. Il gelo così ottenuto ha un comportamento viscoelastico caratterizzato per prove dinamico-meccaniche in taglio a frequenza di 1 rad/s da valori di  $G' = 6.9 \times 10^3 \text{ Pa}$  e di  $G'' = 8.6 \times 10^2 \text{ Pa}$ .

20

Il gelo viene sottoposto a trattamento di estrazione con anidride carbonica in condizioni supercritiche ( $T = 40^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 230 \text{ bar}$ , tempo complessivo di prova 220 min). Si ottiene un manufatto che presenta la stessa forma e dimensioni simili a quelle del gelo di partenza, ma con un contenuto di molecole di solvente inferiore all'1% in peso.

25

Il manufatto ottenuto presenta una densità apparente di  $0.043 \text{ g/cm}^3$  e presenta una morfologia prevalentemente fibrillare, con

30



N.



fibrille di diametro generalmente compreso tra 100 e 200 nm, così come mostrato nella immagine da microscopio elettronico a scansione riportata in Figura 7.

5 I manufatti così come ottenuti dal processo di estrazione includono, inoltre, la fase cristallina nanoporosa, così come mostrato da figure di diffrazione dei raggi X ( $\text{CuK}\alpha$ ). Il grado di cristallinità valutato dal rapporto tra le aree dei picchi cristallini e l'area della diffrazione totale è pari al 44%.

## 10 RIVENDICAZIONI

1. Produzione di manufatti caratterizzati da una densità apparente compresa tra 0.8 e 0.01  $\text{g/cm}^3$ , preferibilmente tra 0.3 e 0.03  $\text{g/cm}^3$  a base di polistirene sindiotattico nella forma cristallina **nanoporosa**  $\delta$ .

15 2. Produzione di manufatti, come dalla rivendicazione 1, che presentano una morfologia prevalentemente fibrillare **fibrille** di diametro inferiore a  $1\mu\text{m}$ , e preferibilmente inferiore a  $0.3\mu\text{m}$ ,

20 3. Processo per l'ottenimento di manufatti, come dalle rivendicazioni 1 e 2, che comprenda un'estrazione con anidride carbonica, liquida o in condizioni supercritiche, applicata a geli contenenti polimeri a base di polistirene sindiotattico.

25 4. Processo, secondo la Rivendicazione 3, applicato a geli fisici ottenuti direttamente durante il processo di polimerizzazione del polimero a base di polistirene sindiotattico

30 5. Processo, secondo la Rivendicazione 3, applicato a geli chimici ottenuti direttamente durante il processo di polimerizzazione del polimero a base di polistirene sindiotattico, mediante copolimerizzazione con comonomeri vinilici almeno bifunzionali.

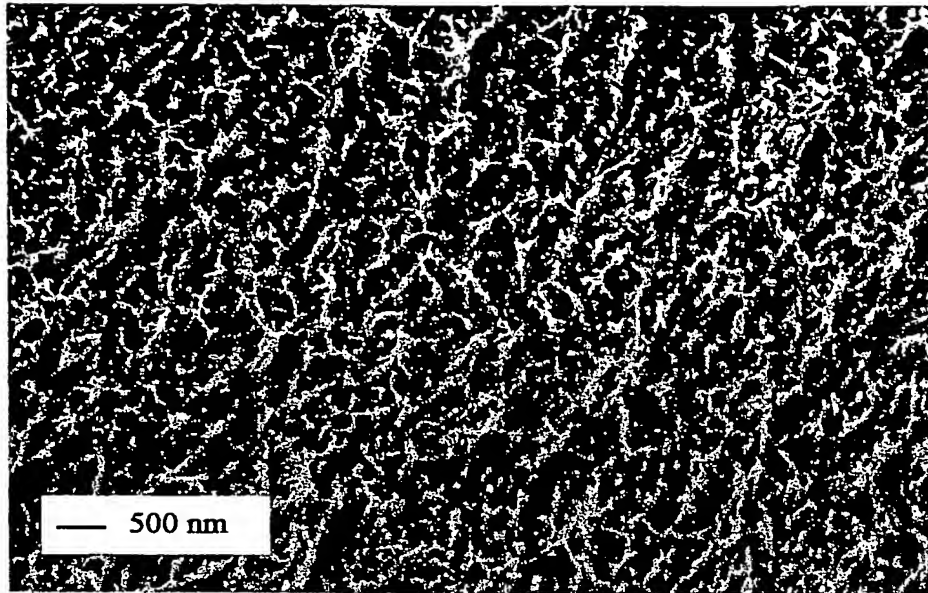


M.





Figura 1



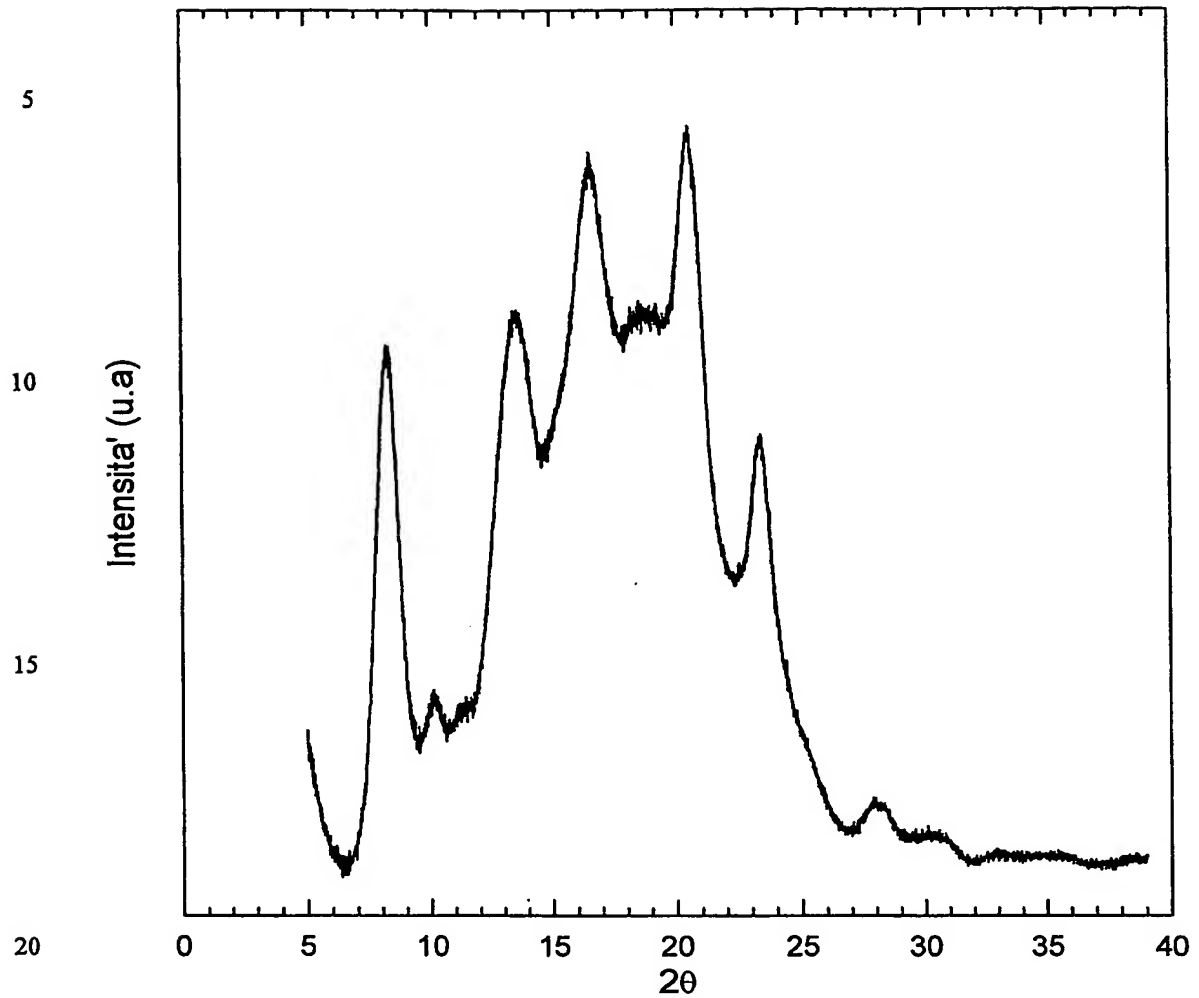
500nm | sPS-CHCl3 60min patch, 60min cont, 20min depr., 200bar, 45°C Hag= 30.00 K X



NP:



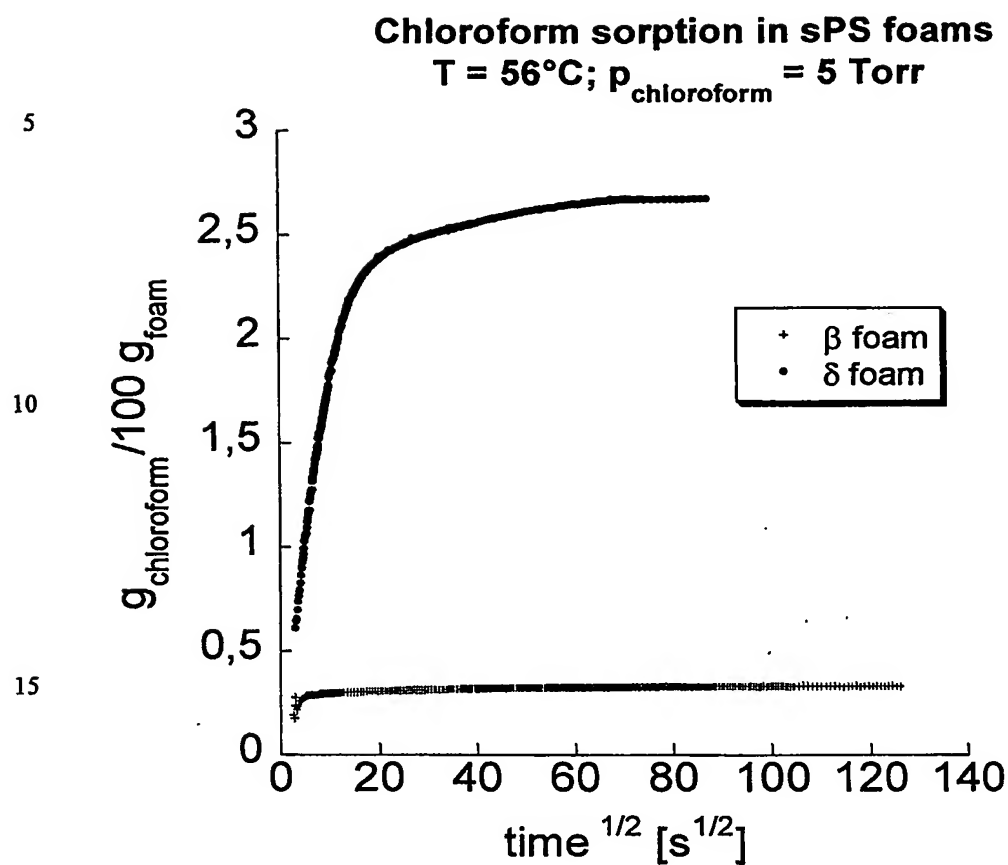
Figura 2



20



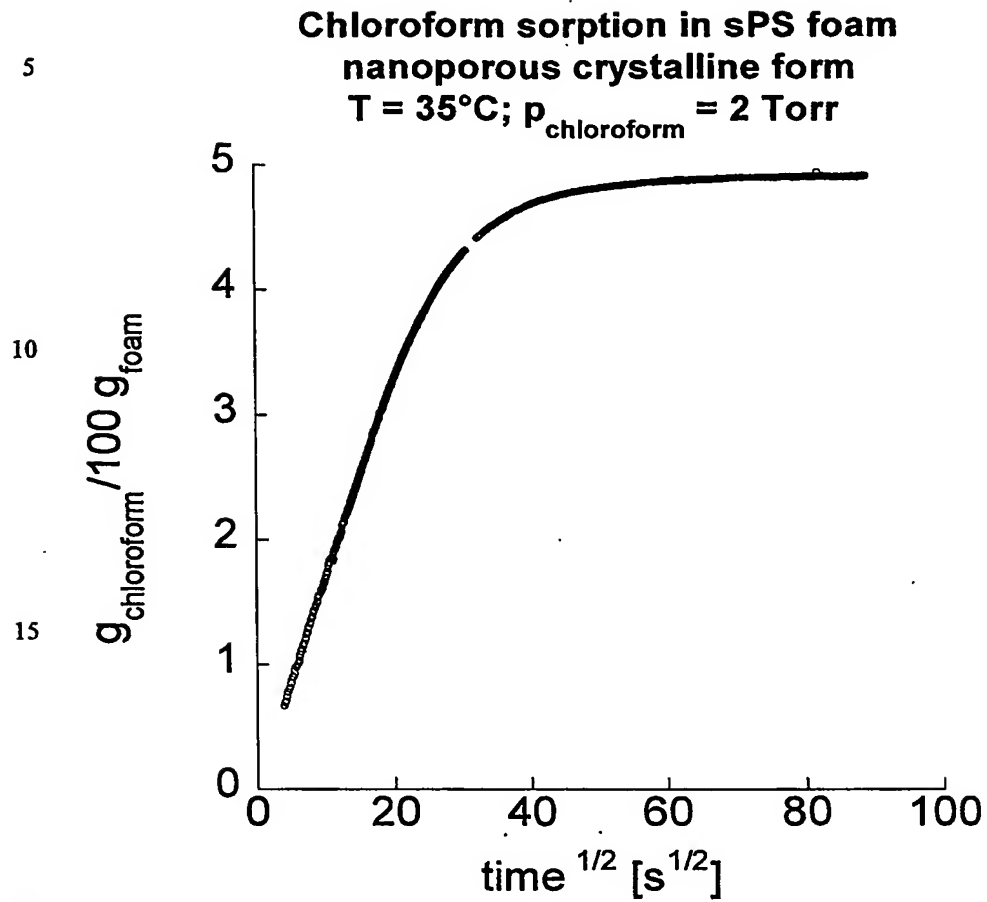
Figura 3



20

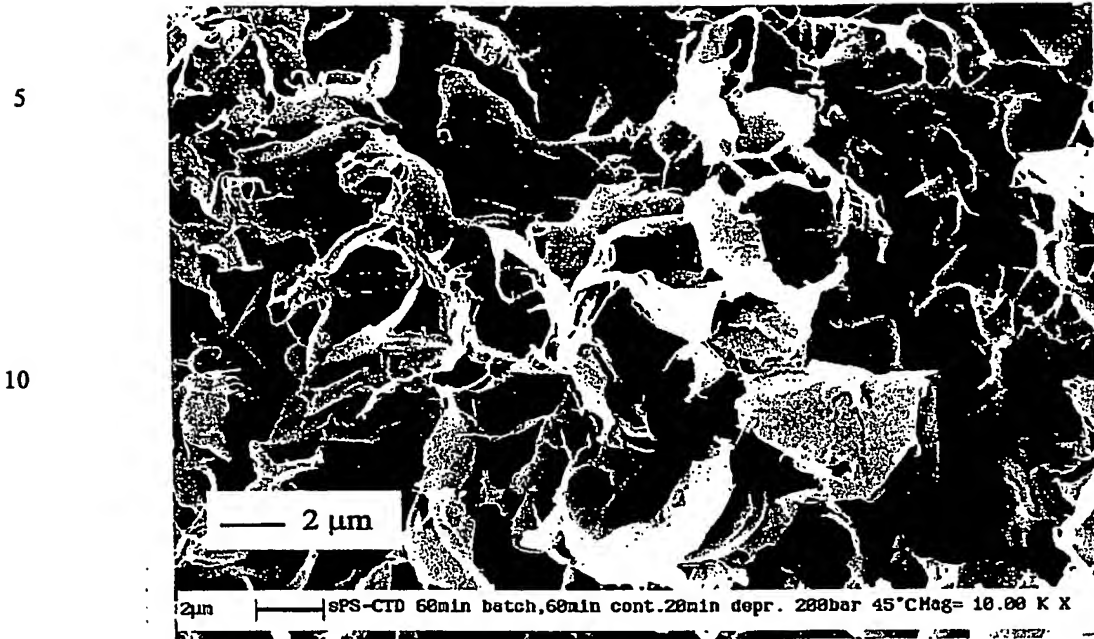


Figure 4



22.

Figura 5



15

20

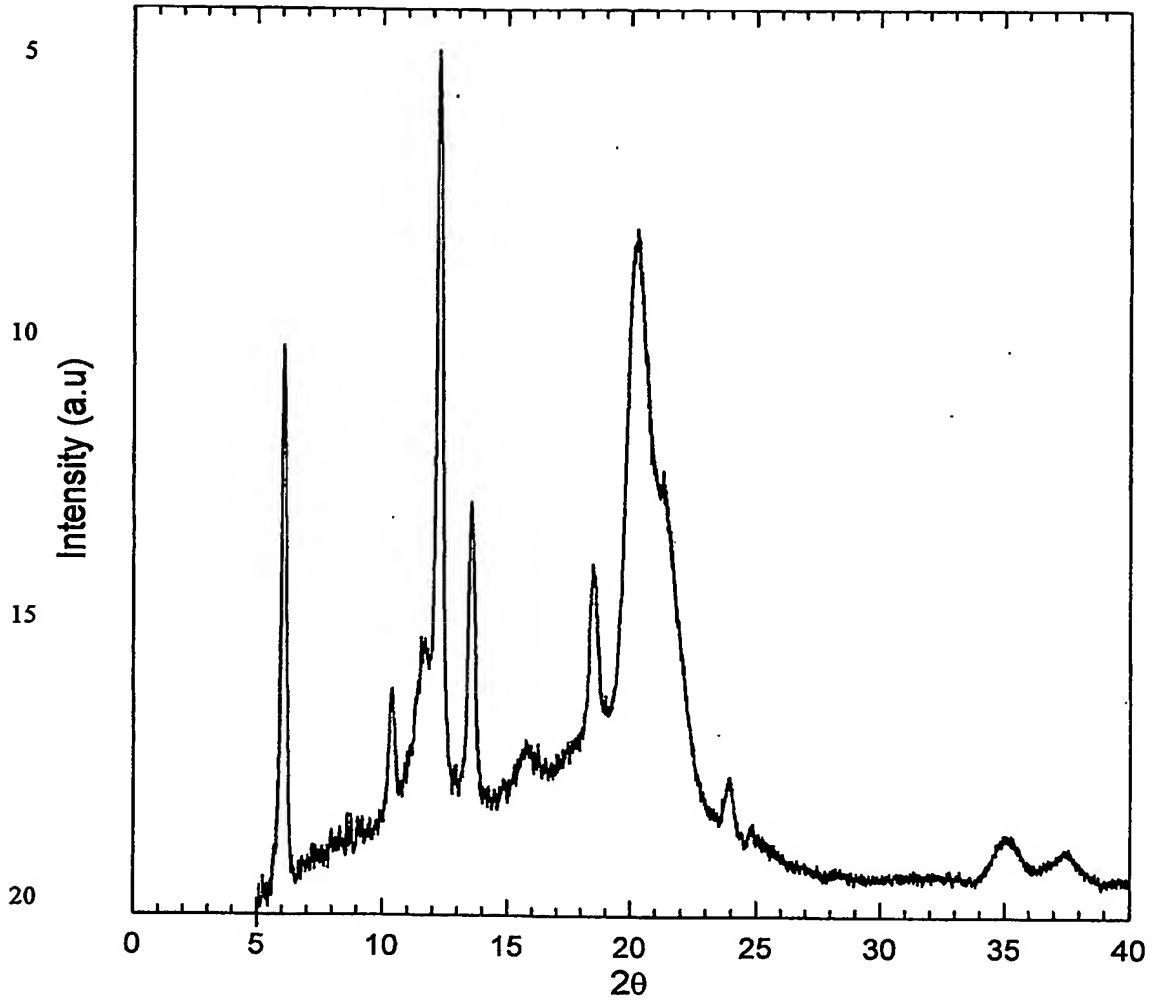
25

30





Figura 6



2.

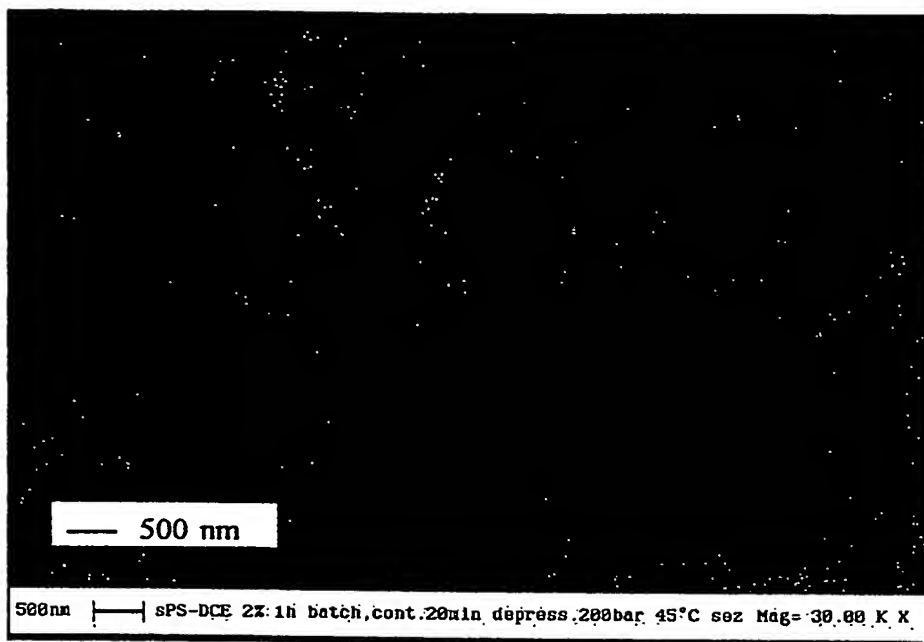




Figura 7

5

10



15

20

25

30

N.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**